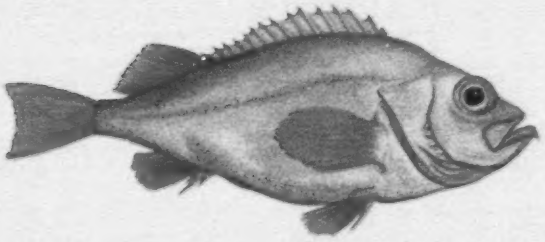
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Québec **Avis scientifique 2018/033**

ÉVALUATION DES STRATÉGIES DE GESTION DU SÉBASTE DES UNITÉS 1 ET 2



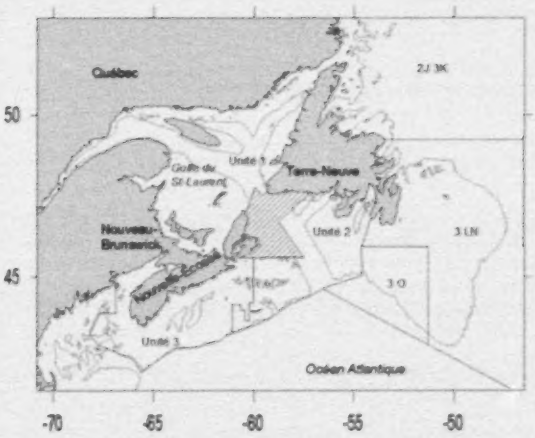


Figure 1. Zone de gestion des stocks de sébaste des unités 1 et 2. L'aire correspondant aux subdivisions 3Pn et 4Vn de l'OPANO (hachurée) indique l'aire commune saisonnière (janvier à mai, unité 1 et juin à décembre, unité 2).

Contexte :

*La pêche du sébaste des unités 1 et 2 cible deux espèces semblables, le sébaste acadien (*Sebastes fasciatus*) et le sébaste atlantique (*Sebastes mentella*). Les données des débarquements représentent les captures combinées et l'échantillonnage des relevés a servi à déduire la composition en espèces de ces captures. L'incertitude de la composition en espèce des captures passées et présentes est élevée. Le sébaste fait face à de longues périodes de faible recrutement suivies de fortes classes d'âge qui peuvent soutenir la pêche pendant de nombreuses années.*

La pêche au sébaste a connu trois périodes de forte exploitation depuis les années 1950, puis de fortes baisses des débarquements ont eu lieu au milieu des années 1990. En 1993, la pêcherie a également été divisée en unités de gestion 1, 2 et 3. Les unités 1 et 2 étant considérées comme comprenant le même stock. L'unité 1 a été placée sous moratoire en 1995, avec une pêcherie indicatrice autorisée depuis 1998, alors que l'unité 2 a continué de soutenir une pêche commerciale. Une évaluation effectuée par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC 2010) a révélé que S. mentella *était en voie de disparition dans les unités 1 et 2, et que* S. fasciatus *était menacé. Plus récemment, les données du relevé indiquent la présence de trois fortes classes d'âge (2011-2013, principalement* S. mentella*) qui devraient être recrutées à la pêche à partir de 2018.*

L'incapacité d'adopter un modèle d'évaluation pour le sébaste en 2015, des doutes récents sur la véracité des statistiques des prises historiques, des incertitudes concernant des paramètres clés de la biologie du sébaste, une dynamique de recrutement très variable et des objectifs variés dans le groupe des parties prenantes, ont donné l'élan nécessaire pour adopter une approche d'Évaluation des Stratégies de Gestion (ESG) en 2016-2018. L'ESG a porté exclusivement sur S. mentella et S. fasciatus des unités 1 et 2. Les impacts sur les interactions trophiques impliquant le sébaste et d'autres

Canada

espèces, les effets écosystémiques globaux de la pêcherie par le biais des prises accessoires d'autres espèces, ou les interactions avec le fond marin ont été délibérément non inclus dans l'ESG. Le présent avis scientifique découle de la réunion du 25 au 26 avril 2018 sur l'ESG du sébaste des unités 1 et 2. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

SOMMAIRE

- Une évaluation des stratégies de gestion (ESG) a été initiée pour le sébaste des unités 1 et 2 en décembre 2016 par le secteur de la Gestion des ressources et le secteur des Sciences du MPO en collaboration avec le groupe de travail (GT) sur le plan de rétablissement du sébaste. Le GT a élaboré et peaufiné une liste finale de 7 objectifs, 12 indicateurs de performance et 18 modèles opérationnels (MO) représentant les principaux axes d'incertitude
- Cinq procédures de gestion (PG) d'un ensemble initial de 21 ont été sélectionnées pour un examen plus approfondi par le groupe de travail en mars 2018. Toutes les PG potentielles utilisaient la même règle de contrôle des prises (RCP), mais différaient en ce qui concerne l'année où la RCP a été mise en œuvre, les limites de l'ampleur des changements interannuels du total autorisé des captures (TAC), la présence ou l'absence de plafond maximal du TAC, l'ajustement des limites des captures (TAC) de la RCP par un facteur de 0,8 et l'utilisation de TAC fixes les premières années.
- La biomasse du stock reproducteur (BSR) des deux populations de sébaste des unités 1 et 2 augmente. À l'heure actuelle, les estimations modélisées de la BSR à partir du MO de référence suggèrent que les populations de *Sebastes mentella* et de *S. fasciatus* sont respectivement dans la zone saine et de prudence de l'approche de précaution, selon des points de référence estimés dans l'ESG.
- L'effet des fortes cohortes de 2011 à 2013 dans les simulations a induit de faibles différences de performance entre les PG potentielles. Cependant, d'après le MO de référence, un compromis est présent entre d'une part la moyenne annuelle des captures conservées (10-20 ans dans le futur), et d'autre part, la durée des TAC élevés, la stabilité des TAC entre les années, les années où le Protocole des petits poissons est respecté et l'abondance des gros poissons dans les captures.
- La présence ou l'absence d'un plafond maximal et l'ajustement des TAC par la RCP ont plus d'importance pour la performance des PG, que l'année où la RCP a été mise en œuvre pour la première fois. Les TAC médians projetés pour les 5 prochaines années pour la plupart des PG étaient suffisamment bas pour constituer un faible risque de conservation pour les stocks selon tous les MO.
- Les objectifs de conservation du stock, visant à atteindre en 10 ans, puis à maintenir, la BSR des deux espèces dans la zone saine, ont été rencontrés avec une probabilité élevée d'après toutes les PG testées. D'après les MO basés sur une répartition des captures favorisant *S. mentella*, une seule PG n'a pas réussi à maintenir des taux d'exploitation durables pour *S. fasciatus* avec une probabilité de 50 %.
- L'abondance des petits poissons associés aux cohortes de 2011-2013 entraîne des captures prévues qui ne respecteront pas le protocole des petits poissons en 2018 et 2019 pour toutes les PG potentielles. Les petits poissons (<22 cm) devraient demeurer abondants dans les prises jusqu'en 2020. Néanmoins, l'ESG a conclu que ces résultats ne compromettraient pas la réalisation des autres objectifs de conservation. Cependant, une

surveillance adéquate du prélèvement des petits poissons est nécessaire pour assurer une comptabilisation complète de la mortalité par la pêche pour les stocks.

- Des analyses exploratoires ont indiqué que les performances des PG, en ce qui concerne les trois objectifs de conservation et les totaux autorisés de captures, se sont améliorées lors des simulations supposant que les deux espèces de sébaste étaient parfaitement distinguées dans les captures de la pêche commerciale, permettant ainsi un TAC spécifique pour chaque espèce. La mise en œuvre d'un échantillonnage visant à estimer la composition en espèces des captures commerciales de sébaste devrait constituer une priorité élevée de surveillance.
- Une période de mise en œuvre de cinq a[illegible]maximum est recommandée pour cette ESG, par la suite, une analyse rétrospective devrait être effectuée pour évaluer les performances réelles de la PG dans la pêcherie. Les PG, MO, simulations, objectifs et les circonstances exceptionnelles seront alors réévalués dans un nouveau processus d'ESG.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Biologie

Les sébastes (le sébaste acadien, *Sebastes fasciatus*, et le sébaste atlantique, *S. mentella)* sont des poissons de fond, à croissance lente et ayant une longévité élevée. Les mâles atteignent une maturité sexuelle entre 7 à 9 ans (20-23 cm) et les femelles entre 9 à 10 ans (24-25 cm). Les deux espèces sont très semblables en apparence, mais peuvent être distinguées génétiquement et, dans une moindre mesure, morphologiquement (*S. fasciatus* a typiquement 7 rayons mous ou moins au niveau de la nageoire anale et une fixation de la vessie natatoire aux côtes 3 et 4, tandis que *S. mentella* a 8 rayons mous ou plus et un attachement de la vessie natatoire aux côtes 2 et 3). Les données des débarquements dans les unités 1 et 2 représentent les prises globales de sébaste (*Sebastes sp.*), et les relevés de recherche et un échantillonnage limité de la pêche commerciaux (utilisant le dénombrement des rayons de la nageoire anale) sont actuellement utilisés comme moyen logistiquement efficace d'estimer les captures par espèce à partir des débarquements.

Le sébaste est retrouvé dans les eaux froides le long des pentes des talus et dans les chenaux profonds (100 à 700 m). Dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien, *S. mentella* prédomine dans les chenaux principaux à des profondeurs allant de 200 à 500 m. À l'opposé, *S. fasciatus* domine à moins de 250 m de profondeur, le long des talus et des chenaux, sauf dans le cône Laurentien où il est retrouvé dans des profondeurs plus élevées. Les sébastes vivent généralement près du fond, mais migrent verticalement la nuit pour suivre leurs proies. Les sébastes juvéniles se nourrissent principalement de crustacés, y compris plusieurs espèces de crevettes, tandis que le régime alimentaire du sébaste adulte est plus diversifié et comprend du poisson.

La copulation a lieu à l'automne (septembre-décembre) et les larves sont extrudées au printemps (avril-juillet). Les larves se développent dans les eaux de surface et progressent vers des eaux plus profondes durant leur développement. Le recrutement du sébaste est spasmodique, avec de longues périodes de faible recrutement suivies de fortes classes d'âge qui peuvent être espacées de plusieurs années, voire de plusieurs décennies. Les données de fréquence de taille provenant des indices des relevés et de la pêche commerciale indiquent la prévalence de quelques fortes classes d'âge qui ont soutenu la pêche pendant des années et des décennies. Par exemple, de 1999 à 2015, la pêche de l'unité 1 aurait principalement visé des *S. mentella* nés en 1980 (Brassard *et al.* 2017).

Lorsqu'elles ont été évaluées en 2016, les deux espèces de sébaste présentaient de très faibles concentrations de biomasse (MPO 2016) et étaient dans la zone critique d'après le cadre de l'approche de précaution du MPO (MPO 2009). Une évaluation effectuée par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC 2010) a identifié que le sébaste des unités 1 et 2 comme étant en voie de disparition (*S. mentella*) et menacé (*S. fasciatus*). Cependant, les données récentes des relevés scientifiques indiquent que trois fortes cohortes (2011-2013, principalement *S. mentella*), devraient recruter à la pêche à partir de 2018 (MPO 2016). Ainsi, les perspectives pour le stock de sébaste des unités 1 et 2 sont actuellement positives (MPO 2018).

Pêche

À la fin des années 1950, une pêche dirigée au sébaste s'est développée dans le golfe du Saint-Laurent et dans le chenal Laurentien à l'extérieur du golfe (MPO 2016). La pêche des unités 1 et 2 a historiquement été effectuée par différentes flottilles, types d'engin et classes de bateau, dont la composition a varié dans le temps. Avant 1993, la pêche au sébaste était gérée selon trois divisions établies par l'OPANO (Organisation des pêches de l'Atlantique nord-ouest) : les divisions 4RST, la division 3P et les divisions 4VWX. En 1993, ces unités de gestion ont été redéfinies pour bénéficier d'une base biologique plus solide et pour tenir compte, entre autres, de la migration hivernale des stocks de sébaste du golfe vers la région du détroit de Cabot. Les unités 1 et 2 sont considérées comme comprenant le même stock (Kulka et Atkinson 2016, Figure 1) résidant dans deux unités de gestion. L'unité 1 comprend les divisions 4RST de l'OPANO, ainsi que 3Pn4Vn de janvier à mai. L'unité 2 comprend les sous-divisions 3Ps4Vs, 4Wfgj de l'OPANO et la subdivision 3Pn4Vn de juin à décembre.

La pêche du sébaste des unités 1 et 2 a connu trois périodes de forte exploitation (de 1954 à 1956, de 1965 à 1976 et de 1987 à 1992), après quoi les débarquements ont chuté abruptement en 1993 et 1994 (Brassard *et al.* 2017). Les débarquements et le total autorisé des captures(TAC) pour la pêche au sébaste des unités 1 et 2 ont continué de diminuer après 1993, lorsque le TAC a été établi à 60 000 t et à 28 000 t, respectivement, dans les unités 1 et 2 nouvellement créées. L'unité 1 fait l'objet d'un moratoire commercial depuis 1995. En1998, une pêche indicatrice a été introduite avec un TAC de 2 000 t depuis 1999. L'unité 2 continue de soutenir une pêche commerciale, avec un TAC de 8 500 t depuis 2010.

Les mesures de conservation du sébaste incluent l'application d'un protocole pour la protection des petits poissons (les poissons de <22 cm doivent constituer moins de 15 % des prises, en nombre), 100 % de vérification à quai, la production de rapports radio obligatoires au départ et à l'arrivée, l'imposition d'un niveau de couverture par des observateurs en mer et l'application d'un protocole sur les prises accessoires. Des périodes de fermeture ont également été instaurées, 1) pour protéger les périodes de copulation (automne) et d'extrusion larvaire (printemps), 2) pour réduire au minimum les prélèvements de sébaste de l'unité 1 migrant dans les subdivisions 3Pn4Vn à la fin de l'automne et en hiver et 3) pour protéger la reproduction de la morue (divisions 4RS). De plus, depuis la mise en place de la pêche indicatrice en 1998, la pêche n'est permise qu'entre les longitudes 59° et 65° (O) à des profondeurs supérieures à 182 m (> 100 brasses). Une zone est également fermée dans la division 4T de l'OPANO depuis août 2009 pour éviter les captures accidentelles de flétan du Groenland.

Évaluation des stratégies de gestion

L'évaluation des stratégies de gestion (ESG) est un processus décisionnel structuré pour tester les options de gestion et choisir celles qui offrent des résultats acceptables par rapport aux objectifs explicites de conservation et de la pêcherie (e.g., MPO 2011). Une gamme de

procédures de gestion (PG) potentielles est élaborée et on peut s'attendre à un fonctionnement acceptable dans le cadre des scénarios crédibles simulant la dynamique future du stock de poisson. Cela représente un changement par rapport à l'approche traditionnelle de l'évaluation des stocks en halieutique, où l'accent est mis sur le développement d'un modèle d'évaluation unique qui convient le mieux. L'ESG est un processus collaboratif avec une implication significative des parties prenantes à toutes les étapes, en particulier dans le développement des objectifs. Les objectifs de la pêcherie sont généralement élaborés par un groupe de travail composé d'intervenants de la pêche, de scientifiques et de gestionnaires des pêches, et comprennent habituellement des objectifs de conservation et du stock, de même que des objectifs de la pêcherie associés à la valeur économique et à la stabilité de la pêche dans l'avenir.

Les PG sont élaborées par les participants du groupe de travail et incluent des spécifications pour lesquelles des données doivent être récoltées, et comment ces données doivent être utilisées pour contrôler les captures futures sous la forme d'une règle de contrôle des prises (RCP). Pour chaque objectif, des mesures ou des indicateurs de performance sont définis pour quantifier la capacité des PG potentielles à atteindre les différents objectifs de l'ESG.

Des modèles de simulation informatique sont développés pour projeter les conséquences possibles de la mise en œuvre future des PG potentielles, en tenant compte des imperfections des données récoltées dans les années futures et qui sont utilisées dans les RCP qui déterminent des TAC spécifiques d'après les données. Un certain nombre de modèles opérationnels (MO) différents sont formulés pour représenter différentes hypothèses plausibles sur la façon dont les populations de poisson et la pêche se comporteront à l'avenir. Un attribut souhaitable pour une PG est que sa performance soit acceptable d'après tous les MO considérés. S'il existe un sous-ensemble de PG ayant des performances acceptables d'après tous les MO et toutes les métriques de performance, une seule PG peut être proposée par les parties prenantes et les gestionnaires de la pêche. Une fois sélectionnée, un plan de gestion est mis en œuvre pendant une période prédéfinie, y compris une évaluation de la performance réelle du plan de gestion et l'amélioration des objectifs, des mesures de performance, des MO et des PG.

Raisonnement derrière l'ESG du sébaste des unités 1 et 2

Depuis 2011, plusieurs tentatives d'élaboration de modèles d'évaluation des stocks ont été effectuées pour le sébaste des unités 1 et 2, mais il est difficile d'adapter un seul modèle d'évaluation à la biomasse du stock d'après les données de biomasse et de fréquence de taille, des relevés au chalut et des captures de la pêche commerciale. Les données des captures combinées doivent être séparées par espèce, ce qui peut engendrer des inexactitudes dans les estimations de l'abondance ou de la productivité du stock s'il existe des biais systémiques dans les méthodes de séparation des espèces (conduisant à une contamination entre les espèces). Des travaux récents suggèrent qu'il y a eu des périodes dans le passé où des rejets considérables de sébaste de petite taille ont eu lieu (Duplisea 2016). La présence éphémère dans les unités 1 et 2 d'un grand nombre de juvéniles *S. fasciatus* provenant du stock de sébaste des Grands Bancs (3LNO), a entraîné des problèmes périodiques de contamination des indices des relevés au chalut des stocks. Les captures de *S. fasciatus* de l'unité 2 peut contenir des poissons du stock de 3LNO. De plus, la capturabilité associée aux indices d'abondance des relevés au chalut obtenus lors de l'ajustement du modèle était inexplicablement élevée, particulièrement pour l'indice d'abondance des relevés au chalut de l'unité 2. Une ESG pour le sébaste des unités 1 et 2 a été initiée par les gestionnaires de la

pêche compte tenu de ces zones d'incertitude, qu'en 2015, le modèle n'a pas été accepté et de l'arrivée massive de fortes nouvelles cohortes.

L'ESG du sébaste des unités 1 et 2 était exclusivement axée sur *S. mentella* et *S. fasciatus* des unités 1 et 2. Les impacts sur les interactions trophiques impliquant le sébaste et d'autres espèces, les effets écosystémiques globaux de la pêcherie par le biais des prises accessoires d'autres espèces, ou les interactions avec le fond marin ont été délibérément non inclus dans l'ESG.

Compte rendu de la consultation des parties prenantes

Un groupe de travail chargé d'appuyer l'élaboration d'un plan de rétablissement du sébaste des unités 1 et 2 a été mis sur pied en 2014, conformément aux lignes directrices du MPO concernant le cadre de l'Approche de Précaution pour les stocks dans la zone critique. Le groupe de travail comprend des intervenants de l'industrie, des communautés autochtones, des représentants des gouvernements provinciaux et fédéral, et des observateurs d'organisations non gouvernementales en environnement (ONG). Le groupe de travail a accepté la proposition d'une évaluation des stratégies de gestion en décembre 2016. Les commentaires sur les objectifs de l'ESG, les indicateurs de performance et les considérations à inclure dans le développement des MO ont été présentés lors de plusieurs réunions du groupe de travail (en mars, octobre et décembre 2017 et mars 2018). Cinq réunions techniques supplémentaires (mai, septembre, octobre et décembre 2017 et février 2018) ont été organisées pour soutenir le développement des modèles de l'ESG et des intrants des modèles.

ANALYSES

Objectifs et indicateurs de performance de l'ESG

Les objectifs relatifs à la conservation et à la pêcherie, ainsi que les indicateurs de performance et les critères d'échec et de réussite, lorsqu'ils ont été définis, ont été initialement formulés en consultation avec les intervenants du secteur de la pêche au sébaste et les gestionnaires des pêches. La liste a été révisée pour éliminer les objectifs et les mesures qui étaient redondants et/ou non informatifs en mars 2018, ce qui a donné lieu à un ensemble final de 3 objectifs de conservation et 4 objectifs de la pêcherie, et à un total de 12 indicateurs de performance (Tableau 1).

Tableau 1. Objectifs et indicateurs de performance pour le processus d'ESG du sébaste des unités 1 et 2. Un objectif de pêcherie supplémentaire (objectif 5) initialement retenu par le groupe de travail a été abandonné plus tard dans le processus de l'ESG. La numérotation originale est conservée ici, car elle a été utilisée tout au long du processus de l'ESG pour des objectifs spécifiques.

Type	Objectif	Indicateur de performance
Conservation	1. Augmenter la biomasse du stock reproducteur (BSR) de chaque espèce, *S. mentella* et *S. fasciatus*, au-dessus du point de référence limite (PRL) et dans la zone saine d'ici 10 ans (probabilité de 95 %)	a) P(simulations $BSR_x > PRL_x$ d'ici 10 ans). b) P(simulations $BSR_x > PRS_x$ d'ici 10 ans).
	2. Une fois la zone saine atteinte, maintenir la BSR de chaque espèce, *S. mentella* et *S. fasciatus*, au-dessus de la zone critique (probabilité de 95 %) et à l'intérieur de la zone saine (probabilité de 75 %)	a) P(simulations $BSR_x > PRL_x$ après 10 ans). b) P(simulations $BSR_x > PRS_x$ après 10 ans).
	3. Maintenir le taux d'exploitation U de *S. mentella* et de *S. fasciatus* sous le Urms (probabilité de 50 %)	P(années U_x:$Urms_x < 1$)

Type	Objectif	Indicateur de performance
Pêcherie	4. Maximiser le nombre d'années où le nombre de poissons de moins de 22 cm représente moins de 15 % des prises (protocole des petits poissons; probabilité de 85 %)	Moyenne des années où les poissons < 22 cm < 15 % des prises
	6. Maximiser la durée des prises annuelles élevées	a) Moyenne annuelle des prises i) 10-20 ans ii) 10-40 ans b) P(simulations où les TAC ≥ 40 kt en 2028) c) Moyenne des années où les TAC ≥ 40 kt 2028-2057
	7. Maximiser les prises des gros poissons (>27 cm)	P(années poissons > 27 cm > 80 % des prises)
	8. Maintenir la stabilité de la pêche	P(années où les TAC varient < 15 % entre les années)

Modèles opérationnels (MO)

Dans le cadre de l'ESG, les principales sources d'incertitude de la dynamique des stocks et des pêcheries sont identifiées et représentées dans différents modèles opérationnels (Tableau 2). Les MO sont utilisés dans le contexte de l'ESG pour tester la robustesse des PG potentielles à des sources d'incertitude crédible concernant la pêcherie (Edwards 2016). La performance des PG est évaluée en fonction de la gamme des MO, dans le but d'identifier des PG pouvant fonctionner de manière acceptable dans une grande variété de conditions hypothétiques (c.-à-d., les principales sources d'incertitude relatives aux données disponibles ou aux hypothèses du modèle, ainsi que les incertitudes liées aux projections futures des stocks). Une série de MO (complétée séparément pour chaque espèce) a été formulée pour l'ESG du sébaste des unités 1 et 2 en consultation avec les intervenants et les gestionnaires des pêches.

Tout comme dans d'autres exercices d'ESG récents (e.g., composante ouest de la goberge (4Xopqrs5), MPO 2011), les MO ont été regroupés en deux catégories: les modèles de base (y compris le modèle de référence) et les modèles marginaux. Le modèle de référence est considéré comme le plus crédible de tous les scénarios et, dans certains cas, a été utilisé pour obtenir des informations supplémentaires. Des modèles additionnels ont été développés comme tests de sensibilité (MO19 et MO20, testent différents priors générant de fortes cohortes historiques, et MO13 évalue des valeurs alternatives pour le décalage de l'âge médian entre les poissons tués et les poissons conservés), mais ces modèles n'ont pas été retenus comme tests marginaux.

- **Modèles de base** : Les MO représentent des hypothèses alternatives crédibles du comportement de la pêcherie et des stocks (du point de vue de la science et des intervenants) et sont considérés comme représentant les sources d'incertitude les plus importantes. Les PG potentielles doivent se comporter de manière acceptable d'après tous les modèles de base. Le modèle de référence est le modèle de base utilisé pour dériver l'ensemble le plus complet des diagnostics et de l'information sur la performance des stocks ou des procédures de gestion.
- **Modèles marginaux** : Les MO sont considérés comme des représentations alternatives plausibles du comportement de la pêcherie et des stocks, mais ont une crédibilité scientifique moindre que les modèles de base et de référence. Ces modèles comprennent relativement peu de recherche disponible sur les mécanismes possibles et un manque de données empêche le développement du modèle en détail. Il est souhaitable que les PG potentielles qui se comportent de façon acceptable dans les modèles de base, se

comportent également de manière acceptable dans les modèles marginaux (c'est-à-dire, démontrent une robustesse); si elles ne le font pas, cela doit être noté.

Tableau 2. Modèles opérationnels (de base et marginaux) pour le processus de l'EGS du sébaste des unités 1 et 2

Modèles	Description	Détails
DE BASE		
1	Référence	La sélectivité des pêcheries est logistique. Le changement de sélectivité et du décalage dans le temps se fait selon deux blocs de temps (premières années - 1993, 1994 - présent). Le ratio des prises tuées:conservées est de 1,2 (premières années - 1985), de 2 (1986-1993) et de 1,1 (1994-présent). Le recrutement futur est simulé à l'aide d'un bootstrap non paramétrique à partir des événements de recrutement des séries chronologiques historiques. Dans les projections, les prises tuées = 1,1 * TAC de la RCP et la biomasse capturée est supposée être très similaire au TAC.
6	Recrutement futur réduit	Pas de grandes cohortes pour les vingt prochaines années.
8	Autre valeur de M	M de Lorenzen (mortalité naturelle *M* varie en fonction de la taille du poisson et est plus élevée pour les plus petits poissons).
9	Autre méthode de simulation du recrutement	Bootstrap paramétrique du recrutement historique pour les simulations avec la variance et le coefficient d'autocorrélation estimés pour les activités de recrutement depuis 1970.
10	Autre division des prises	Suppose plus de *S. mentella*.
11	Autre division des prises	Suppose plus de *S. fasciatus*.
MARGINAUX		
2	Autre sélectivité des pêches	Les simulations supposent que la sélectivité des pêches est en forme de dôme ou logistique-double pour les deux espèces (la sélectivité diminue pour les gros poissons et les petits poissons).
3	Valeur future de M élevée	La valeur future de M est doublée pour les deux espèces au cours des vingt prochaines années seulement.
4	Croissance future réduite	Simuler une réduction de la croissance future des deux espèces pour les vingt prochaines années en réduisant la longueur asymptotique (Linf) à une valeur qui équivaut à 2/3 du scénario de référence.
5	Diminution du recrutement futur	Pas de fortes cohortes pour les 40 prochaines années.
14	Ratio alternatif des prises tuées:conservées	Ajuste le ratio, a) -0,5; b) +0,5
15	Autre valeur de M	Réduire les valeurs antérieures et futures de M par un facteur de 0,75 pour les deux espèces.
16	Autre valeur de M	Augmenter les valeurs antérieures et futures de M par un facteur de 1,25 pour les deux espèces.
17	Steepness alternative	Une mesure du taux de compensation reproductrice ("steepness"), représentant la fraction du recrutement d'une population vierge obtenue lorsque les géniteurs sont à 20 % du niveau vierge. Suppose que la steepness de la relation stock-recrutement est plus élevée par un facteur de 1,25
18	Steepness alternative	Suppose que le taux de variation de la relation stock-recrutement est plus bas que dans le scénario de référence par un facteur de 0,75
22	Autre sélectivité des pêches	Suppose que la sélectivité de la pêche revienne au patron antérieur (premières années - 1993) pour les cinq prochaines années seulement.
23	Taux de rejets élevés 2018-2020 d'après MO1	En utilisant le modèle 1, suppose que le ratio des prises tuées: conservées en 2018-2020 est de 2, puis revient à 1,1 pour 2021-2057. La biomasse capturée dans les années à venir est supposée être très proche du TAC.
24	Taux de rejets élevés 2018-2020 d'après MO3	En utilisant le modèle marginal 3 (mortalité naturelle double pour les 20 prochaines années), suppose que le ratio des prises tuées: conservées en 2018-2020 est de 2, puis revient à 1,1 pour 2021-2057. La biomasse capturée dans les années à venir est supposée être très proche du TAC.

Sources d'incertitude évaluées dans l'ESG

Les principales sources d'incertitude associées aux données disponibles et les incertitudes relatives aux projections futures de l'état du stock, ont été identifiées et, lorsque possible, adressées tel que décrit ci-dessous.

Traitement des données, prémisses des modèles de population, principales incertitudes et l'évaluation de la robustesse

1. **Composition des espèces dans les prises de la pêche commerciale** : Les débarquements de sébaste des unités 1 et 2 représentent les prises totales des deux espèces. Les estimations de la composition des espèces provenant des relevés effectués dans le passé au chalut dans l'unité 1 ont été utilisées pour prédire la composition des espèces des données historiques en termes de biomasse des prises et des fréquences de taille. Cependant, cela a été problématique en raison des différences saisonnières entre le relevé et la pêche commerciale, et des différences saisonnières potentielles dans la composition des espèces en fonction des endroits étudiés. Dans l'ESG, les incertitudes ont été adressées par trois OM de base ayant des prémisses différentes concernant la composition des espèces (OM1, OM10 et OM11)
2. **Les cohortes des Grands Bancs 3LNO de l'OPANO** : Les données de fréquence de taille de l'unité 1 et les analyses génétiques montrent qu'il peut y avoir une contamination occasionnelle des données des relevés par de jeunes sébastes provenant de 3LNO (spécifiquement, S. fasciatus) dans l'unité 1 et éventuellement l'unité 2. Il semble que les cohortes du stock de 3LNO utilisent parfois l'unité 1 comme pouponnière. Elles apparaissent dans les données de l'unité 1 à un jeune âge, puis migrent hors de la zone (disparaissent des données) avant de recruter à des tailles exploitables. Dans l'ESG, ces cohortes ont été retirées des données d'abondance et de fréquence de taille des relevés.
3. **Sélectivité historique de la pêche** : Le chalut utilisé dans la pêche commerciale a considérablement changé au cours des dernières décennies. Durant certaines années, le chalut pélagique a été plus utilisé que le chalut de fond. Ces dernières décennies, le chalut de fond a été l'engin le plus communément utilisé. Les registres des observateurs en mer suggèrent que la taille des sébastes conservés a changé de façon significative au fil du temps. Le MO2 a emprunté un patron de sélectivité en forme de dôme, tandis que le MO22 a simulé une sélectivité de la pêche qui revenait aux valeurs observées avant 1993 pour 2018-2022 seulement.
4. **Structure spatiale** : Suite à la baisse du stock au début des années 90, l'unité 1 a fait l'objet d'un moratoire et d'une pêche indicatrice, et l'activité commerciale restante a été concentrée dans l'unité 2. Il est possible que l'âge, le stock et la composition en espèce diffèrent entre les unités, mais les données disponibles étaient insuffisantes pour formuler un modèle spatialement structuré pour les deux espèces de sébaste dans ce processus d'ESG.
5. **Flottilles multiples** : Plusieurs flottilles ont opéré dans les unités 1 et 2 ; la pêcherie utilise à la fois des navires plus petits qui ont tendance à pêcher plus près de la côte et des navires plus grands comprenant la flottille hauturière. Il n'y avait pas suffisamment de données pour désagréger les données sur les débarquements par flottille dans ce processus d'ESG.
6. Les rejets : On sait que des rejets ont eu lieu avant leur interdiction en 1995 (Duplisea 2016). L'incertitude entourant les rejets historiques crée une ambigüité quant aux estimations des taux de mortalité historique par la pêche, et de l'abondance et de la productivité passée et présente des stocks. L'incertitude quant aux rejets a été corrigée par

des ratios variables entre les prises tuées et conservées dans le modèle marginal MO14 (historiquement), et dans les projections futures des modèles marginaux MO23 et MO24.

7. **Connaissances des fortes cohortes** : De grandes cohortes ont été observées au cours des premières années de la pêche au sébaste dans le golfe du Saint-Laurent. Les années où ces cohortes étaient présentes peuvent être identifiées, mais il n'y a pas de données sur les fréquences de taille des premières années de la pêcherie pour fournir des estimations de la force de la cohorte. Les prémisses de la force des cohortes au cours des premières années de la pêche peuvent affecter les estimations de la productivité du stock. Dans l'ESG, des tests de sensibilité (MO19 et MO20) ont été tentés en supposant des moyennes antérieures inférieures et supérieures pour les fortes cohortes historiques, par contre les résultats obtenus ont démontré peu de sensibilité aux spécifications des priors.
8. **Recrutement futur** : Dans le passé, de grandes cohortes ont été observées environ quatre fois en quatre décennies pour les deux espèces, mais avec un écart pouvant aller jusqu'à 30 ans. Les mécanismes potentiels qui favorisent les fortes cohortes sont mal compris et donc les années de bon recrutement sont imprévisibles. La présence de fortes cohortes est la principale source de production de biomasse pour le stock. En raison des faibles taux de mortalité naturelle, le taux de déclin prédit de la biomasse du sébaste résultant des récentes fortes cohortes dépendra de la présence éventuelle de fortes cohortes supplémentaires au cours des 5 à 10 prochaines années. Dans l'ESG, le modèle marginal MO5, et les modèles de base, MO6 et MO9, ont exploré d'autres hypothèses concernant le recrutement futur.
9. **Séparation des espèces** : L'absence de mesures directes de la composition en espèce des captures dans le passé crée un problème d'échelle pour la taille et la productivité de chacun des deux stocks, non seulement dans le passé, mais aussi pour les projections futures. Les estimations de la force de la cohorte et de la biomasse actuelle du stock des deux espèces de sébastes sont fortement déterminées par les valeurs supposées de la composition en espèce des dernières années. Une méthode alternative de séparation des captures par espèce étaient représentées dans l'ESG par les modèles de base MO10 et MO11.
10. **Paramètres d'histoire de vie** : En raison de la difficulté d'obtenir des données fiables sur l'âge, les estimations de la mortalité naturelle (*M*) des deux espèces de sébaste sont incertaines. Des valeurs alternatives de M ont été explorées dans l'ESG avec les modèles marginaux MO3, MO15 et MO16. On ne sait pas si *M* varie systématiquement avec l'âge ou de façon inversement proportionnelle à la taille (MO8). Les estimations de croissance individuelle sont également incertaines, car l'analyse des relevés au chalut suggérait une longueur maximale théorique (Linf, paramètre de croissance de von Bertalanffy) plus petite que les estimations retrouvées pour le sébaste dans d'autres parties de l'Atlantique Nord, qui elles étaient supportées par l'ajustement du MO de référence aux données historiques de fréquence de taille. Il subsiste également des incertitudes quant à la possibilité de variations futures de la croissance et de *M* de façon dépendante de la densité pour les fortes cohortes qui ont été simulées dans les modèles marginaux MO3 et MO4.
11. **Compensation du recrutement** : L'incertitude de la steepness (un indice de la compensation du recrutement) a souvent été considérée comme l'un des types d'incertitude les plus influents affectant les prédictions des MO. Les valeurs supposées pour le paramètre de steepness ont par exemple fortement déterminé le classement des PG et l'ampleur des compromis entre les objectifs de la pêcherie et les objectifs de conservation du stock dans d'autres processus d'ESG (Edwards 2016). Cependant, avec le sébaste des unités 1 et 2, les ajustements du modèle de référence suggèrent que la compensation du recrutement peut être relativement faible pour les deux espèces, mais légèrement plus

élevée pour *S. fasciatus*. Par contre, la variabilité des projections futures du recrutement est largement déterminée par la probabilité de l'arrivée de futures fortes cohortes. Différentes prémisses concernant le paramètre de steepness ont été explorées dans les modèles marginaux MO17 et MO18.

Points de référence

Afin d'évaluer les objectifs 1-3, des points de référence ont été développés. Le point de référence limite (PRL) et le point de référence supérieur (PRS) proposés représentent respectivement 40 % et 80 % de la moyenne de la biomasse du stock reproducteur (B_{ref}) du relevé estimée par le modèle. La B_{ref} est estimée par le MO de référence à partir des indices de biomasse du relevé de l'unité 1 et correspond à la moyenne de la biomasse de 1984-1990 et 1984-1992 pour *S. mentella* et *S fasciatus*, respectivement, divisée par le coefficient de capturabilité respectif à chaque espèce estimé pour l'unité 1. Les périodes choisies pour chaque espèce sont considérées comme des périodes productives d'après les indices du relevé. U_{rms} (taux d'exploitation au rendement maximal soutenu) a également été calculé pour chaque espèce. La performance des PG a été évaluée par rapport aux points de référence générés dans chaque modèle et les points de référence ont été mis à jour chaque année dans les simulations. Les valeurs du MO de référence (et U_{rms}) sont présentées dans le Tableau 3 et la trajectoire des stocks en fonction des points de référence est illustrée dans la Figure 2.

Tableau 3. Points de référence, valeur de B_{ref} et l'estimation de la BSR en 2017 (B_{2017}, avec écart type en parenthèse) d'après le MO de référence pour S. mentella et S. fasciatus.

Point de référence	*S. mentella*	*S. fasciatus*
B_{ref}	371 kt	329 kt
B_{2017} (E.T.)	401 (55,1) kt	172 (20,1) kt
PRL (0,4xB_{ref})	148 kt	132 kt
PRS (0,8xB_{ref})	297 kt	263 kt
U_{rms}	0,041	0,094

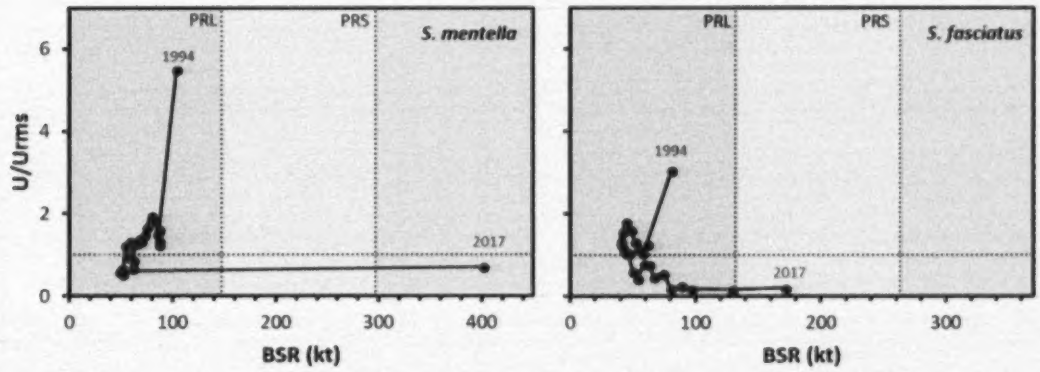


Figure 2. Estimation des trajectoires des stocks en fonction des points de référence du modèle opérationnel de base depuis 1994 pour S. mentella et S. fasciatus. La ligne horizontale pointillée représente la valeur de 1 pour U/U_{rms}.

Règles de contrôle des prises (RCP)

Les RCP sont des composantes clés des PG potentielles de l'ESG. Ces règles établissent des limites des prises recommandées, ou TAC, sur la base de données relatives à l'état du stock.

Ici, le RCP utilisée dans chaque PG (DFO 2011) est appliquée à chaque espèce de sébaste séparément et recommande un TAC, pour une année, y, qui est calculé à partir de l'équation suivante:

$$TAC_y = a + b\,(J_y - J_0) - \text{pénalité, où la pénalité} = \begin{cases} 0 \text{ quand } J_y > J_0 \\ c(J_y - J_0)^2 \text{ quand } J_y \leq J_0 \end{cases}$$

J_y est un ratio entre la valeur de la moyenne mobile de l'indice de biomasse de l'unité 1 des poissons de grande taille (> 29 cm pour *S. fasciatus* ou > 30 cm pour *S. mentella*) calculée sur 3 ans et les valeurs de l'indice pour une période de référence (1984-2017). Par exemple, pour déterminer le TAC en 2018, J_{2018} serait la moyenne des valeurs de l'indice de relevé de l'unité 1 pour 2015, 2016 et 2017 divisée par la valeur moyenne de 1984 à 2017. Les seuils de taille ont été choisis pour refléter les gammes des tailles commerciales souhaitables pour le sébaste et correspondent à la taille où les femelles sont majoritairement matures. Le choix de ces seuils de taille, qui sont plus grands que la taille minimale commerciale de la pêcherie, réduit également une grande partie de la variabilité de l'indice causée par de événements de fort recrutement d'individus de plus petite taille. Les moyennes récentes et de référence, sont calculées en utilisant la moyenne géométrique pour amortir les effets des valeurs extrêmes des relevés. D'autres paramètres de l'équation 1 déterminent la relation entre le TAC et J_y. Les paramètres a et b sont des paramètres qui définissent l'échelle des TAC. Le paramètre J_0 détermine (1) les réductions des TAC pour éviter la surpêche de stocks de petites tailles (J_y - J_0 devient petit et finalement négatif) et (2) le point sur l'axe J_y auquel le TAC est fixé à zéro lorsque les valeurs de l'indice du relevé et donc J_y diminue.

Les valeurs des paramètre de a, b, c et J_0 (5, 1.5, 4 et 1,5) ont été fixées de sorte que les TAC spécifiés par la RCP : chutent à zéro pour des valeurs de J_y légèrement inférieures à la valeur minimum historique de J_y (environ 0,3; Figure 3A) ; donnent des TAC inférieurs aux valeurs de biomasse des captures conservées dans les années où le J_y est le plus élevé (Figure 3B) ; et donnent des valeurs médianes des taux d'exploitation ne dépassant pas environ 75 % de la U_{rms} pour les deux espèces d'après une simulation de 40 ans avec le MO de référence. Les RCP ont été réglées de sorte que les valeurs de U_{rms} soient rarement dépassées dans l'ajustement du modèle de référence et, par conséquent, les RCP pour un J_y particulier sont inférieures aux captures réellement effectuées.

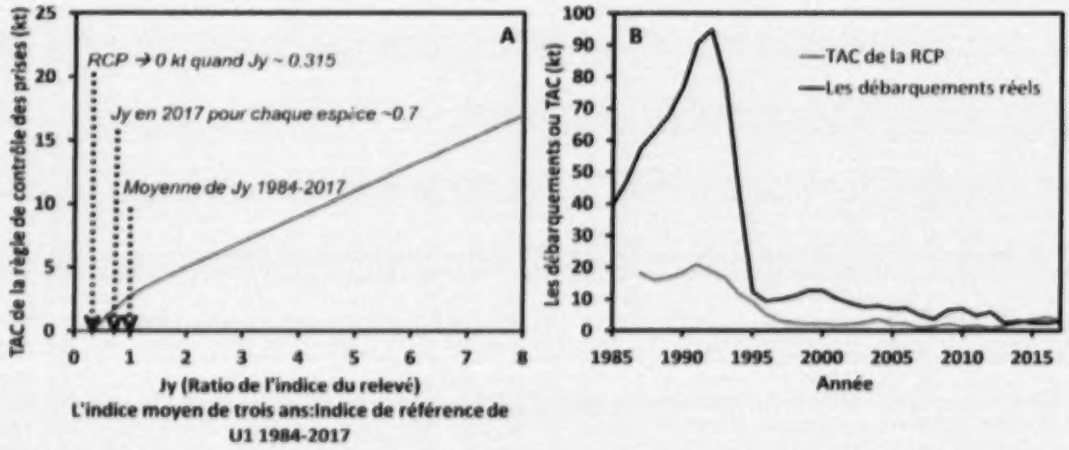


Figure 3. A) Règle de contrôle des prises B) Calcul rétrospectif de J_y et du total autorisé des captures (TAC) recommandé à partir de la RCP de 1987 à 2017, contrastant avec les débarquements réels des unités 1 et 2.

Formulation des procédures de gestion (PG)

Les PG comprenaient au moins l'un des quatre éléments suivants.

1. Un RCP qui spécifie un TAC pour chaque espèce de sébaste à partir d'une moyenne sur trois ans des estimations de la biomasse des relevés au chalut de l'unité 1 pour les grands sébastes. Les TAC des deux espèces sont combinés pour donner un TAC unique par an.
2. Un plafond maximal prédéfini pour les TAC possibles pour certaines années. La plus faible des deux valeurs (TAC ou plafond maximal) s'appliquerait chaque année.
3. Une prémisse de *statu quo* pour les années précédant la mise en œuvre de la RCP (avec le *statu quo* défini comme la moyenne des prises conservées de 2015 à 2017, soit 2 838 t, période pendant laquelle le TAC était de 10 500 t, sauf indication contraire).
4. Un changement maximal autorisé des TAC entre les années.

Évaluation de la performance des PG

Pour chaque MO, 1 000 tirages ont été effectués à partir de l'approximation de la fonction de densité postérieure conjointe des paramètres du MO pour ce MO. Les paramètres ont été vérifiés en projetant le modèle du passé au présent et ils ont été utilisés seulement si le stock a survécu à l'année en cours. Les MO ont été projetés 40 ans dans le futur, soit de 2018 à 2057. Pour améliorer le calcul des différences de performance des paramètres entre les PG potentielles, les mêmes 1 000 tirages de déviations du recrutement et des paramètres du MO ont été utilisés dans chaque MO pour calculer les mesures de performance des PG potentielles.

Sélection des PG

Dix-huit PG potentielles ont été initialement formulées par les parties prenantes et les gestionnaires de la pêche. En mars 2018, le groupe de travail a sélectionné 5 PG potentielles pour une étude approfondie (Tableau 4).

Tableau 4. Les 5 PG potentielles proposées et sélectionnées pour une étude approfondie par le groupe de travail.

PG	Description
1	Plafonnée. Augmentation commence en 2020 à 14,5 kt jusqu'à un maximum de 40 kt en 2027.
14	Plafonnée. Augmentation commence en 2020 à 14,5 kt jusqu'à 40 kt en 2027. Une variation maximale de 15 % du TAC est permise entre les années.
43	Non-plafonnée. De 2018-2021, TAC fixé à 7,5, 10, 15, 20 kt, et à partir de 2022 le TAC est déterminé par la RCP*80 %.
44	Non-plafonnée. De 2018-2019, TAC fixé à 5 kt, et à partir de 2020 le TAC est déterminé par la RCP*80 %.
45	Non-plafonnée. De 2018-2021, TAC fixé à 5 kt, et à partir de 2022 le TAC est déterminé par la RCP*100 %.

Performance des PG d'après les objectifs

Objectifs de conservation

Les cinq PG potentielles ont réussi les objectifs 1 et 2, en considérant que les deux espèces atteignaient la zone saine d'ici 10 ans et demeuraient dans la zone saine selon tous les modèles de base et marginaux (probabilité de 0,99-1,0, données non présentées). Les captures proposées au cours de la phase de mise en œuvre (i.e., 5 prochaines années) de l'ESG étaient suffisamment basses pour constituer un faible risque de conservation pour les stocks d'après tous les MO de base et marginaux.

Quatre des cinq PG potentielles ont atteint l'objectif 3, relatif aux taux d'exploitation (U), qui restent inférieurs à U_{rms} avec une probabilité de 50 % (Figure 4A-4B). MP45 n'a pas réussi à passer cet objectif pour *S. fasciatus* d'après le modèle de base MO10, qui supposait une méthode alternative de partage des captures historiques favorisant plus de *S. mentella* que le modèle de référence.

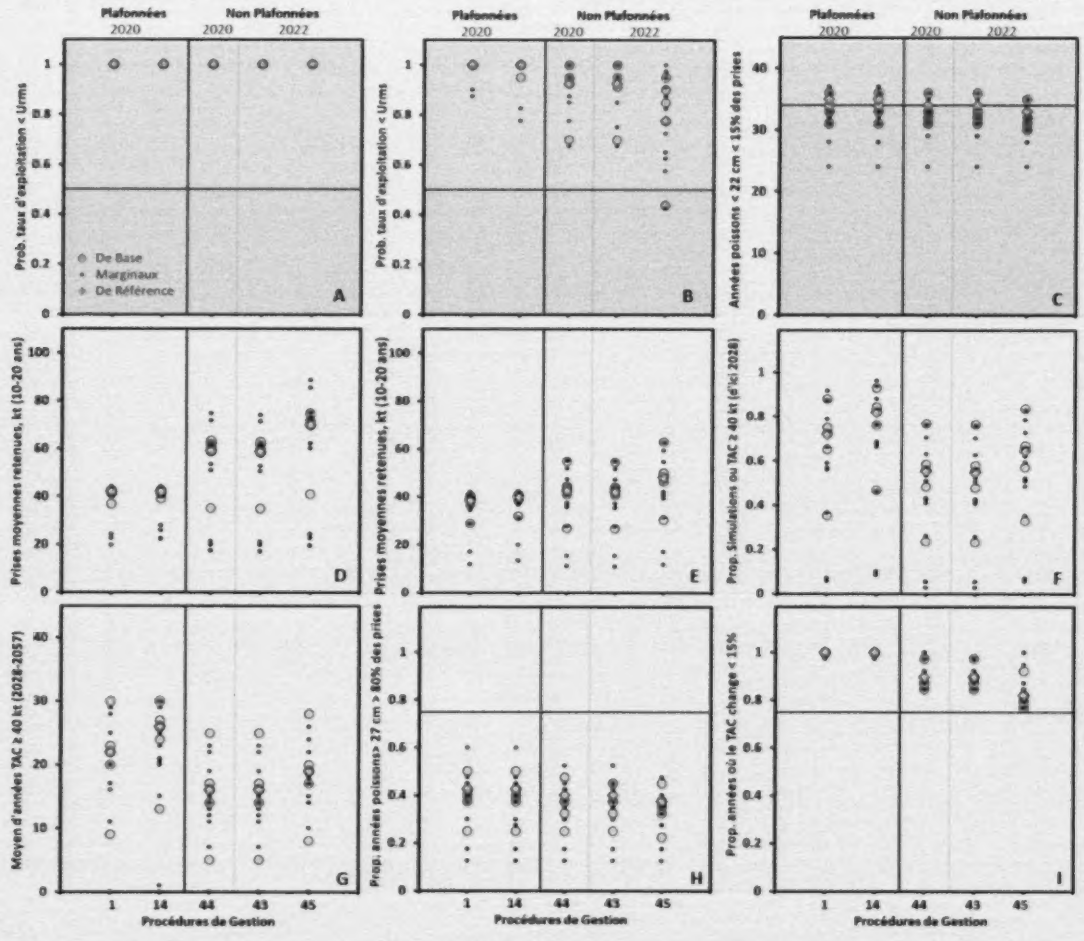


Figure 4. Performance médiane (n = 1 000 simulations) des PG selon différents indicateurs de performance. Les différents scores du modèle de référence MO1 (diamants jaunes), des modèles de base (cercles gris clair) et des modèles marginaux (points gris foncé) sont illustrés et les étiquettes en haut de la figure indiquent l'année de mise en œuvre de la RCP. A) Objectif 3 (S. mentella). B) Objectif 3 (S. fasciatus). C) Objectif 4. D-G) Objectif 6. H) Objectif 7. I) Objectif 8. Les lignes horizontales indiquent les seuils d'échec / réussite fixés par la gestion des pêches (A-C, vert = réussite, rouge = échec) ou les seuils suggérés pour les objectifs de la pêcherie (H, I).

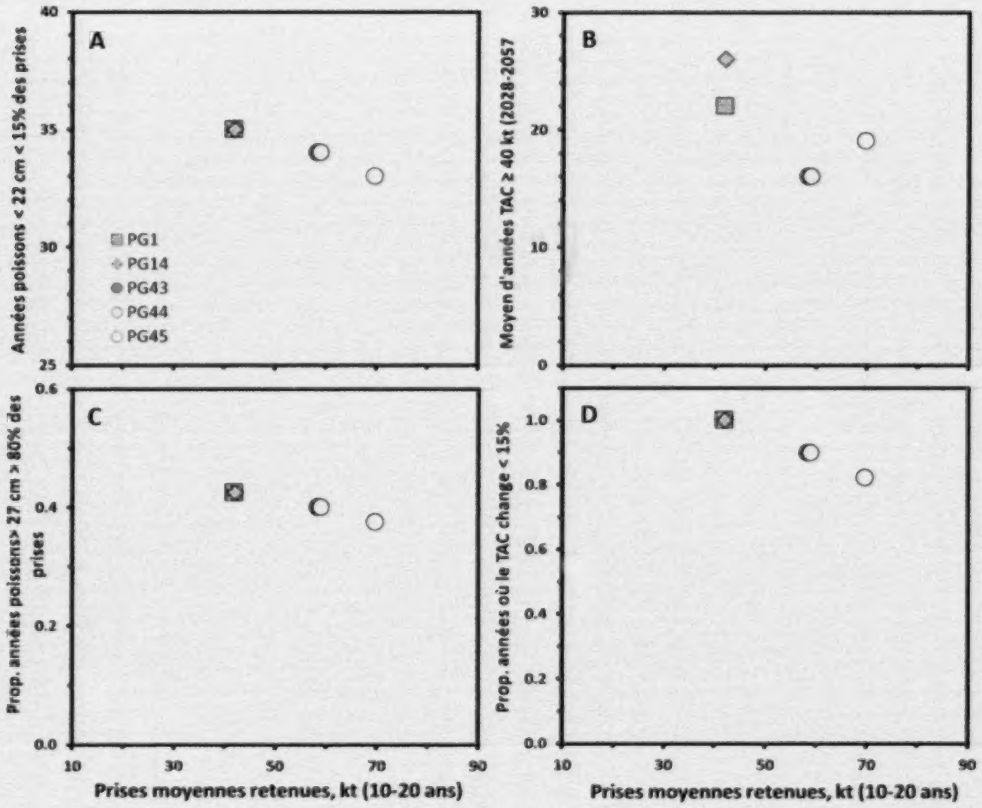


Figure 5. Compromis entre les performances médianes (n = 1 000 simulations) des PG en ce qui concerne les captures conservées d'ici 10-20 ans (Objectif 6, axe des X) par rapport aux autres objectifs du modèle de référence MO1. A: Objectif 4, années au cours desquelles le protocole des petits poissons est respecté. B: Objectif 6, durée des TAC annuels élevés (≥ 40 kt) sur 30 ans. C: Objectif 7, forte abondance de gros poissons (> 27 cm) dans les captures. D: Objectif 8, stabilité des TAC entre les années.

Objectifs de la pêcherie

Les cinq PG potentielles n'ont pas réussi à passer l'objectif 4 concernant le protocole des petits poissons (Figure 4C), pour lequel le seuil à ne pas dépasser était de 85 % des années. Les prises tuées n'ont pas réussi à respecter le protocole des petits poissons (poissons <22 cm <15 % des prises) en 2018 et 2019 dans 100 % des simulations de tous les MO pour toutes les PG. Un nombre élevé de petits poissons dans les captures a persisté dans certaines simulations jusqu'en 2020 (Tableau 5).

Les PG non-plafonnées étaient généralement associées à des captures conservées plus élevées que les PG plafonnées (Figure 4D-4E), tandis que les PG plafonnées étaient légèrement plus susceptibles d'atteindre des TAC de 40 kt ou plus en 2028 et de demeurer à ce niveau jusqu'en 2057 (Figure 4F-4G). Cependant, les scores des indicateurs de performance des captures conservées étaient sensibles aux prémisses du modèle. Les cinq PG ont présenté des scores similaires pour l'abondance des gros poissons dans les prises (Figure 4H), tombant sous le seuil de performance suggéré de 75 % des années. Les PG potentielles plafonnées

étaient plus conservatrices que les PG potentielles non-plafonnées lors de l'examen de la stabilité des TAC entre les années (Figure 4l). La performance des PG concernant les prises prévues a été troquée, dans une certaine mesure, contre d'autres objectifs concernant la taille des poissons, la durée des TAC élevés et la stabilité des TAC entre les années. Des exemples de compromis de la performance d'après le modèle de référence, MO1, sont présentés ci-dessous (Figure 5). Cependant, l'ampleur des compromis variait selon les différents MO. Globalement, les performances de MO1 et MO14 étaient similaires, tout comme MO43 et MO44.

Tableau 5. Estimé de la proportion de poissons <22cm (en nombre) d'après le modèle de référence (médiane et bornes inférieure et supérieure de intervalle de confiance de 90 %) pour les deux espèces de sébaste de 2018-2022.

Année	*S. mentella*			*S. fasciatus*		
	Médiane	Inférieure	Supérieure	Médiane	Inférieure	Supérieure
2018	0,227	0,224	0,228	0,332	0,310	0,311
2019	0,066	0,054	0,095	0,178	0,148	0,203
2020	0,019	0,012	0,035	0,085	0,068	0,107
2021	0,005	0,003	0,010	0,034	0,026	0,049
2022	0,002	0,001	0,005	0,021	0,011	0,054

Dans de nombreuses circonstances, la performance de certaines PG a été réduite et les débarquements totaux/TAC de sébaste ont été limités par l'incertitude des simulations des captures de *S. fasciatus*, la moins abondante des deux espèces. Des MO exploratoires additionnels ont supposé que les captures pouvaient être correctement et parfaitement attribuées à chacune des deux espèces par la pêcherie et ont amélioré la performance en suggérant des TAC d'environ 40-90 % supérieurs à ceux des MO qui supposaient que les espèces n'étaient pas distinguées.

TAC prédits

La Figure 6 montre des exemples de projections des possibles TAC médians de 2018 à 2028 d'après les modèles de référence et de base pour chacune des cinq PG. La RCP génère les TAC recommandés et les prises totales tuées = 1,1 * TAC.

À l'exception de la PG43, toutes les PG ont produit une projection des TAC médians inférieure au TAC de 2017, jusqu'aux environs de 2022. La PG43 avait un ensemble de TAC fixes plus élevé pour les quatre prochaines années, atteignant 20 kt d'ici 2021 (Figure 6). Le TAC a augmenté graduellement de 2022-2027 jusqu'au plafond maximal de 40 kt pour les PG1 et PG14. Les PG non-plafonnées (43, 44 et 45) ont augmenté plus rapidement le TAC entre 2022 et 2026 se stabilisant entre 60 et 80 kt d'ici 2028. Les TAC des PG plafonnées étaient robustes par rapport à l'ensemble des MO de base, tandis que les PG non-plafonnées étaient sensibles aux spécifications des MO à la fois en ce qui concerne la vitesse d'augmentation du TAC de 2022 et 2028 et les niveaux des TAC maximums entre les différents MO de base.

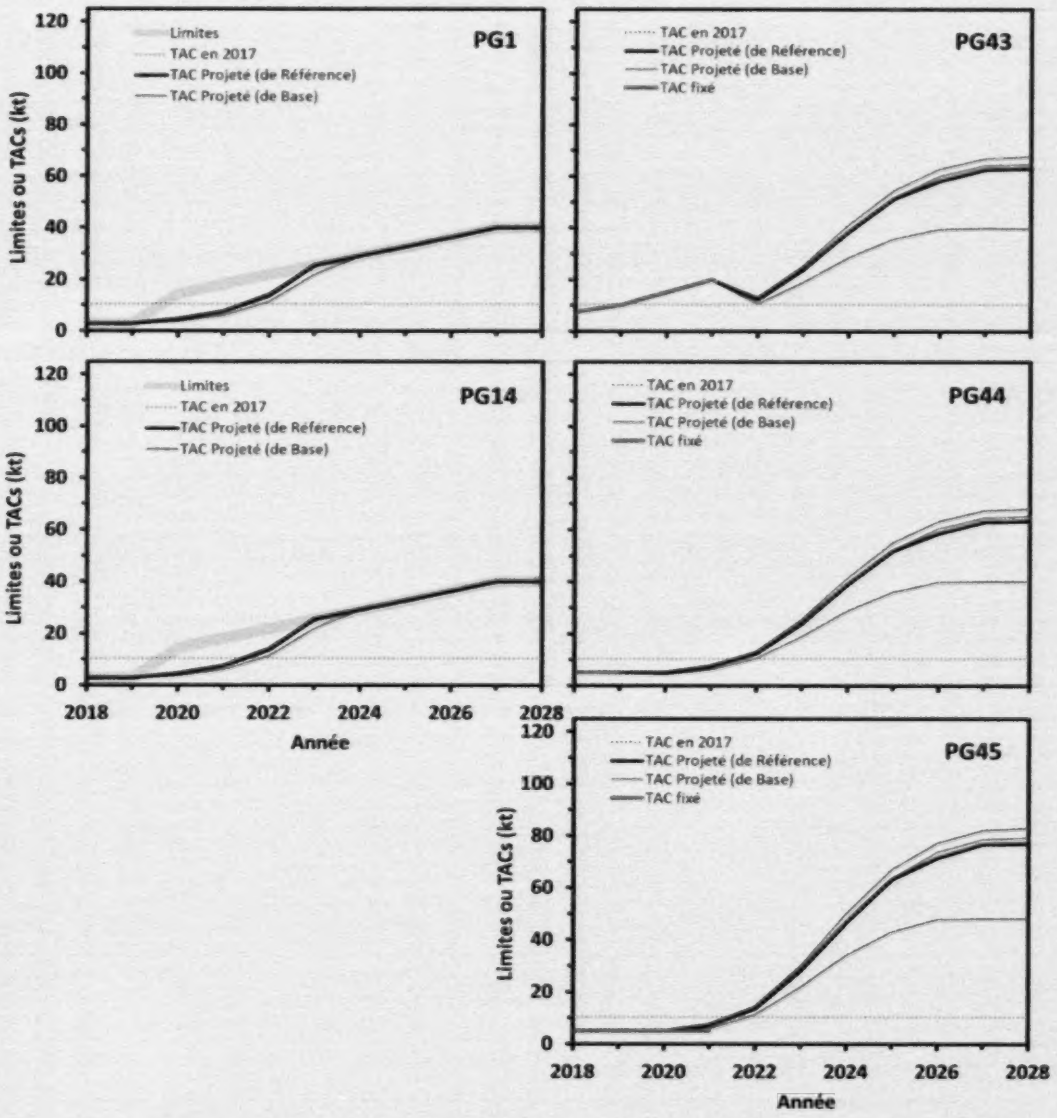


Figure 6. Les projections des TAC médians (n = 1 000 simulations) pour chaque PG sont indiquées pour le MO de référence (MO1, noir) et les principaux MO de base (MO6, MO8, MO9, MO10 et MO11, tous en gris). Les lignes rouges pâles indiquent la présence de limite du plafond maximal. Les lignes rouges pleines indiquent les TAC fixes inclus dans la conception de la PG. La ligne rouge pointillée indique le TAC de 2017 de 10,5 kt pour les unités 1 et 2 combinées.

CONCLUSIONS ET SUGGESTIONS

La performance des cinq PG a montré peu de différences. Cela peut être attribué à l'effet des fortes cohortes de 2011 à 2013 qui entrent maintenant dans la pêche au sébaste. La présence ou l'absence d'un plafond maximal (MO1 et 14, vs. MO43-45) ou l'ajustement des TAC par la RCP à 0,8 (MO43 et 44 vs. MO45) importent davantage pour la performance des PG potentielles que l'année où la RCP a été mise en œuvre. Les différences dans la performance des PG illustrent certains compromis entre des captures annuelles moyennes (d'ici 10-20 ans) et la durée des TAC (≥ 40 kt), la stabilité des limites de prises (variations annuelles du TAC <15 %), le nombre d'années où le Protocole des petits poissons est respecté (poissons <22 cm <15 % des prises), et l'abondance des gros poissons dans les prises (poissons > 27 cm > 80 % des prises). Cependant, l'ampleur de ces compromis dépend du MO examiné.

Bien que l'objectif de conservation du stock d'atteindre et maintenir la BSR des deux espèces dans la zone saine ait été réussi pour toutes les PG testées, la PG45 n'a pas réussi à maintenir les taux d'exploitation (U) en dessous de U_{rms} pour *S. fasciatus* avec une probabilité de 50 % d'après les MO de base.

L'abondance des petits poissons des cohortes de 2011 à 2013 entraîne des projections selon lesquelles les captures de toutes les PG potentielles ne respectent pas le Protocole des petits poissons en 2018 et 2019, et il devrait y avoir des petits poissons (<22 cm) en abondance dans les prises jusqu'en 2020. Même avec une proportion de petits poissons dans les captures de la pêcherie supérieure à celle actuellement autorisée par le protocole des petits poissons, l'ESG a conclu que cela ne compromettrait pas la réalisation des autres objectifs de conservation.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Période de mise en œuvre de l'ESG

Une fois qu'une PG est choisie, cette PG doit être respectée afin de déterminer des limites des prises (TAC) pour un nombre d'années fixe (généralement pas plus de cinq). À la fin de la phase de mise en œuvre initiale, une analyse rétrospective doit être effectuée pour évaluer les performances réelles de la PG dans la pêcherie et toutes les mises à jour de la conception des MO, des simulations, des objectifs et des circonstances exceptionnelles seront évaluées dans le cadre d'un nouveau processus d'ESG.

Une période de mise en œuvre de cinq ans maximum est fortement recommandée. Cette durée a été choisie pour équilibrer la période requise pour mettre en place progressivement la PG, et la collecte de données suffisantes sur les pêcheries et les relevés pour évaluer sa performance. En supposant que l'ESG actuelle est lancée en 2018, un second processus d'ESG devrait être amorcé en 2022, ce qui pourrait entraîner la mise en œuvre d'un nouvelle PG ou d'une PG révisée à compter de 2023.

Protocol en cas de circonstances exceptionnelles

Des circonstances exceptionnelles sont généralement définies dans le processus d'une ESG, où une décision pourrait être prise pour que la mise en œuvre d'une PG s'arrête avant la fin de la période prédéterminée. Ces circonstances décrivent des événements qui sont suffisamment en dehors de la gamme pour laquelle le PG utilisée a été testée par les simulations, de sorte que la confiance dans les performances de la PG peut être réduite. De telles circonstances incluent:

Ratio de l'indice du relevé

- À partir de 2019, si le ratio de l'indice du relevé (J_y) de *S. mentella* ou *S. fasciatus* tombe en dessous de 0,35 (valeur historique la plus basse) ou s'il est à l'extérieur de l'intervalle de confiance de 90 % à l'intérieur duquel le ratio de l'indice du relevé est sensé se situer pour le MO de référence (Tableau 6).

Tableau 6. Estimation de la borne inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance de 90 % pour le ratio de l'indice du relevé d'après le modèle opérationnel de référence pour les deux espèces de sébaste de 2019 à 2028.

Année	*S. mentella*		*S. fasciatus*	
	Inférieure	Supérieure	Inférieure	Supérieure
2019	0,379	0,715	0,574	1,241
2020	0,397	1,152	0,486	1,756
2021	0,656	2,994	0,415	2,369
2022	1,624	8,378	0,49	3,125
2023	3,783	21,259	0,667	4,493
2024	6,609	37,644	0,895	6,518
2025	8,439	51,087	1,124	8,679
2026	9,092	60,334	1,234	10,01
2027	9,587	65,968	1,233	11,137
2028	9,267	65,724	1,11	11,393

Données du relevé

- Si les indices de la biomasse mature de l'unité 1 ou 2 de *S. mentella* ou *S. fasciatus* sont inférieurs à leurs plus faibles valeurs historiques (Unité 1 : 1984-2017, Unité 2 : 2000-2016), pour deux relevés consécutifs.
- Si le relevé de l'unité 1, qui fournit le ratio de l'indice du relevé (J_y) pour la RCP, n'a pas eu lieu ou a été considérablement réduit ou modifié pendant deux années consécutives. Bien que les données de l'unité 2 servent à évaluer la biomasse (ci-dessus) et la fréquence de taille (ci-dessous), elles ne sont pas utilisées dans l'application annuelle de la RCP et ce ne serait pas considéré comme une circonstance exceptionnelle.

Fréquence de taille

- Un changement important et imprévu dans la structure des fréquences de taille des captures de la pêcherie ou du relevé, de *S. mentella* ou *S. fasciatus*, dans l'unité 1 ou 2 (tronquée ou étalée). Cela pourrait résulter d'un changement important de la sélectivité de la pêcherie ou du relevé, d'effets densité-dépendants, d'événements d'émigration ou de la présence d'une forte cohorte qui n'avait pas été observée précédemment. Ce qui constitue un changement significatif doit être défini durant la première année de mise en œuvre de l'ESG.

Prémisses des modèles opérationnels

- Un changement important dans la compréhension des prémisses relatives à l'histoire de vie ou aux paramètres du stock dans les principaux MO de l'ESG qui affectent la performance des procédures PG. Ceux-ci peuvent inclure :

- Des paramètres significativement différents de ceux testés dans les MO de base ou marginaux.
- Un modèle marginal devient plus crédible que les modèles de base et la PG n'a pas fonctionné de façon acceptable d'après ce modèle.
- Aucun MO n'a été développé pour répondre adéquatement au changement biologique spécifique observé (par exemple, des différences spatio-temporelles significatives de la distribution du stock).

Captures

- Preuves que les débarquements, les rejets ou les captures non déclarées sont significativement plus élevés que ce qui est simulé dans le MO testé pour la PG

Si une circonstance exceptionnelle survient, l'évaluation des impacts sera rapportée par le Secteur des Sciences du MPO (voir ci-dessous). Alors, la mise en œuvre de la PG devra être réexaminée et réévaluée avant que de nouvelles mesures de gestion puissent être prises, incluant le développement de nouvelles PG qui se comportent de manière acceptable dans les conditions actuelles du stock et de la pêche.

Besoin d'information de support

La mise en œuvre de l'ESG nécessite des mises à jour annuelles des informations clés pour déterminer la RCP et évaluer si le Protocole en cas de circonstances exceptionnelles doit être invoqué. Les informations nécessaires sont:

1. L'indice de biomasse de *S. mentella* (> 30 cm) et *S. fasciatus* (> 29 cm) du relevé annuel au chalut de fond de l'unité 1.
2. Données sur la fréquence de taille des captures dans les relevés et dans la pêche commerciale des unités 1 et 2, et sur la biomasse des deux espèces de sébaste dans les relevés des unités 1 et 2, afin d'évaluer la nécessité d'invoquer le protocole en cas de circonstances exceptionnelles.

Révision et rapport annuel

Les informations requises annuellement pour la mise en œuvre de l'ESG, en ce qui concerne la RCP et le Protocole en cas de circonstances exceptionnelles, doivent faire l'objet d'un examen par les pairs afin d'en valider la précision et être publiées pour garantir l'intégrité scientifique et la transparence du processus. Les Réponses des Science du Secrétariat canadien de consultation scientifique, ou un processus équivalent, sont recommandés comme moyen d'effectuer une révision et produire des rapports annuels.

Recommandations de recherche

La mise en œuvre de la collecte de données représentatives sur la composition en espèce des captures de la pêche commerciale est une priorité élevée. Les données sur la composition en espèce amélioreront l'exactitude du processus d'ESG subséquente dans le futur (i.e., la possibilité de simuler adéquatement la dynamique du stock et de la pêcherie) et contribueront à améliorer la gestion durable de *S. fasciatus*, tout en permettant potentiellement des prises globales plus élevées de sébaste si la composition spécifique des captures peut être estimée avec une grande précision, et si la pêche commerciale arrive à cibler *S. mentella*.

Certaines incertitudes concernant les paramètres importants de l'histoire de vie ont été identifiées dans l'ESG et ont été représentées en utilisant des modèles marginaux. Des

recherches visant à réduire ces incertitudes amélioreraient la précision du processus d'ESG. Notamment, cela inclut des données sur la mortalité naturelle (*M*) et le taux de croissance de *S. S. mentella* et *fasciatus*. De plus, l'équation utilisée pour modéliser le recrutement dans l'ESG est une fonction stock-recrutement de Beverton-Holt. Compte tenu de la forte évidence de cannibalisme chez le sébaste, un modèle de stock-recrutement de Ricker pourrait être envisagé pour l'examen quinquennal de l'ESG actuelle.

Des analyses préliminaires conduites à l'extérieur du processus d'ESG portant sur les données des relevés de 2000 à 2017 suggèrent la possibilité que les densités présentes dans l'unité 2 pourraient rester élevées bien que le niveau du stock soit bas, et que lorsque l'abondance augmente, les densités augmentent rapidement dans l'unité 1. Ce phénomène, nommé l'hyper-épuisement, correspond à une augmentation disproportionnée de l'indice du relevé de l'unité 1 à mesure que l'abondance augmente, ce qui risque de mettre en place des taux de capture dans la RCP qui sont biologiquement trop élevés. Inversement, les baisses d'abondance entraîneraient une diminution disproportionnée de l'indice de l'unité 1, ce qui se traduirait par des niveaux de prises dans le cadre d'une RCP qui entraîneraient un manque à gagner. Une telle hypothèse n'a pas été simulée dans l'ESG actuelle. Des recherches plus approfondies sur la répartition spatiale et la dynamique du sébaste avant la phase d'évaluation de la présente ESG sont fortement recommandées. Pour soutenir cette recherche, et en prévision d'un éventuel processus révisé de l'ESG après la période de mise en œuvre de cinq ans, le relevé aux deux ans dans l'unité 2 devrait se poursuivre et, idéalement, être fait annuellement.

Compte tenu de l'importance des MO10 et MO11, qui traitent des incertitudes quant à la séparation des espèces des captures historiques, des recherches plus poussées sur la faisabilité de méthodes alternatives pour séparer les captures commerciales par espèce devraient être explorées.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 25 et 26 avril 2018 sur l'évaluation des stratégies de gestion des unités 1 et 2. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Brassard, C., Bourdages, H., Duplisea, D., Gauthier, J., et Valentin, A. 2017. L'état des stocks de sébaste (*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*) de l'unité 1 (golfe du Saint-Laurent) en 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2017/023. ix + 54 p.

COSEPAC. 2010. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le complexe sébaste atlantique/sébaste d'Acadie (*Sebastes mentella* et *Sebastes fasciatus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 84 p.

Duplisea, D.E. 2016. Context and interpretation of reported redfish catch in Unit 1+2 in the 1980s and 1990s based on interviews with industry participants. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/103. v + 11 p.

Edwards, C.T.T. 2016. Feedback control and adaptive management in fisheries. pp 16-38. In: Management Science in Fisheries: An introduction to simulation-based methods. Edwards, C.T.T. and Dankel, D.J. (eds.). Routledge: New York. 460 pp.

Kulka, D.W., Atkinson, D.B. 2016. Redfish Catch Results from the Summer 2009, 2011 and 2014 Surveys in Unit 2. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/019. v + 32 p.

MPO. 2009. Cadre décisionnel pour les pêches en conformité avec l'approche de precaution. (Date de modification : 2009-03-23).

MPO. 2011. Évaluation de la stratégie de gestion de la goberge de la composante Ouest (4Xopqrs5). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/054.

MPO. 2016. Évaluation des stocks de sébastes (*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*) des unités 1 et 2 en 2015. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2016/047.

MPO. 2018. Évaluation des stocks de sébaste (*Sebastes fasciatus* et *S. mentella*) des unités 1 et 2 en 2017. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2018/032.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Québec
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
Canada G5H 3Z4

Téléphone : (418) 775-0825
Courriel : bras@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Évaluation des stratégies de gestion du sébaste des unités 1 et 2. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. Sci. 2018/033.

Also available in English:

DFO. 2018. Units 1+2 Redfish Management Strategy Evaluation. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2018/033.